中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：259～266（1998）

不同氮磷鉀肥施用量與種植密度對仙草產量及品質之影響[1]

胡敏夫[2] 張愛華[3] 呂椿棠[2] 劉新裕[2]

摘要：以氮素 100、140（ck）及 180kg/ha三級，磷酐 40（ck）及 80kg/ha二級，氧化鉀 70（ck）及 140kg/ha二級等參試組合，施用化肥種類爲硫酸銨，過磷酸鈣及氯化鉀。第一年選水稻後作地栽培，試驗設計採用 RCBD 設計，4 重複，3 行區，行株距爲 1.4 m× 0.9 m (7,940 株/公頃)：第二年選旱作地 (前作馬鈴薯)，株距採 0.9m 及 0.6m（11,900 株/公頃）二種密度，肥料種類及用量等級同前年，試驗採裂區設計，試驗地點擇嘉義縣水上鄉生產區。第一年試驗結果發現，每公頃平均乾株產量以 $N_1P_1K_1$ 區（100：40：70kg/ha）最高達 10,230kg，次依序爲 $N_2P_2K_1$ 區 10,180kg 及 $N_3P_2K_2$ 區 9,886kg ；每公頃平均葉產量則以 $N_2P_1K_1$ 區最高達 3,084kg，次依序爲 $N_2P_1K_2$ 區 2,846kg 及 $N_2P_2K_1$ 區 2,717kg，而 $N_1P_1K_1$ 區亦達 2,618kg，但上述數據經變方分析結果，並未達 5%顯著差異水準。氮、磷及鉀肥間對產量之主效應分析，亦未達 5% 顯著差異水準。葉凝膠強度分析，發現 $N_1P_2K_2$ 區（100：80：140kg/ha）之葉凝膠強度較高 118.2g/cm^2，而 $N_1P_1K_1$ 區僅 29.4g/cm^2，由此結果可瞭解，在乾株產量及葉凝膠強度兩項性狀均表現較佳之肥料組合爲N100：$P_2O_5$80：K_2O 140kg/ha。第二年試驗結果發現，氮肥施用量增加有促使仙草莖增長及葉凝膠強度提高之趨勢，磷肥與鉀肥效應則相反，即增施磷肥除對葉凝膠強度有利外，對其他性狀均不利，而鉀肥則反是，施用量增加並不能有效提高葉凝膠強度。種植密度間之效應比較，D_2 處理（每公頃種植 11,900 株）雖然在平均單株重量較低，但在每公頃之乾株及乾葉產量上比 D_1 處理（7,940 株）高，有顯著差異。處理組合間之效應比較，每公頃平均乾株產量及葉凝膠強度兩項性狀均表現較高者爲採株距 90cm 種植之 $D_1N_2P_2K_2$ 區（140：80：140kg/ha），其各獲得 6,067kg 與 110.7g/cm^2；而採株距 60cm 種植者，爲 $D_2N_3P_2K_2$ 區（180；80；140），各獲得 7,092kg 與 142.4g/cm^2。

關鍵詞：仙草、肥料、凝膠強度。

前　言

仙草（*Mesona procumbens* Hemsl.）爲一種良好之保健植物，分佈於台灣全境山麓地帶，爲先民早期之消暑勝品，近年來商人或食品工廠，利用其乾草研製多樣化的健康飲料，需要量突增，於是栽培面積逐年增加，發展潛力頗大，因此，被列爲當前『少量多樣化』的重點作物。本所爲配合此政策，發展本土性固有之特產，特著手仙草品種選育工作，迄今已選育二優良品系，其中 78-T-1 品系不僅乾株產量高，且凝膠強度亦高，在水上鄉試種農民頗爲喜愛(5)。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1951 號。
2. 本所農藝系助理研究員、助理及研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 本所農化系助理研究員。

仙草種植地的選擇，南北兩主要生產地之農民，皆以水稻後作地及連續旱作地種植，因此施肥量因植地而異，據調查關西地區農民之慣行肥料施用量爲硫酸銨 400kg/ha、過磷酸鈣 200kg/ha 及氯化鉀 200kg/ha[2,3]，水上鄉則施用複合肥 1 號肥 400kg/ha（N：P_2O_5：K_2O =20：5：10），桃園區改良場進行仙草肥料試驗，初步發現施用複合 1 號肥 700kg/ha 之仙草乾株產量較高[6]，但有關仙草凝膠品質如何？卻從未提及。爲兼顧在二種植地之利用下，均能提高仙草產量及品質，特以不同肥料量及種植密度進行試驗詳加探討，俾能提供給農民作施肥技術改進之參考。

材料與方法

以氮素 100、140（ck）及 180kg/ha三級，磷酐 40（ck）及 80kg/ha二級，氧化鉀 70（ck）及 140kg/ha 二級等複因子組合參試，肥料種類乃用硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀，施肥方法爲 1/3 量作基肥，2/3 量作追肥，於植後 60 及 90 天進行施用，供試材料爲 78-T-1 優良品系，第一年選水稻後作地，試驗採 RCBD 設計，4 重複，3 行區，行株距爲 1.4 m x 0.9 m（7,940 株/公頃），種植地點爲水上鄉，種植時間爲 85 年 5 月 7 日，10 月 9 日收穫。第二年選旱作地（前作馬鈴薯），株距採 0.9 及 0.6m (11,900 株/公頃）二種密度，肥料種類及用量等級組合同前年，試驗採裂區設計，24 個區集，即以密度爲主區，肥料施用量爲副區，種植時間爲 86 年 4 月 12 日，收穫時間爲 10 月 6 日。

調查項目爲植前與植後土壤理化性質分析、株高、莖長與公頃乾株產量、葉率及凝膠強度等。仙草凍製造方法，乃每樣本取乾葉 40g，置於 1,000cc 燒杯內，再加碳酸鈉 3g 及蒸餾水 600cc，然後使用加熱攪拌器蒸煮沸騰 2.5 小時，之後，取出加蒸餾水至原量（ 643g），此所得即爲仙草汁原液。接著將此原液取 100cc 放入 150ml 燒瓶內微微加溫，並把已調糊之 2g 純玉米澱粉（Sigma）徐徐倒入，快速攪拌直至成糊狀，隨後使之冷卻成凍。

凝膠強度測定方法，使用物性測定儀（RHEOPLOTER,NRM-2010J-CW） 測定，測定條件爲感頭(sensor)2kg，套頭（adapter）直徑 8mm，載物台速度每分鐘 30cm，記錄電壓爲 1 伏特[1]。

結果與討論

水稻後作地之土壤理化性質分析結果列於表 1，該試驗地係屬酸性砂質壤土，表底土之有機質平均含量 1.1%，有效磷含量 52.5ppm，交換性鉀含量 97.9ppm，交換性鈣含量 395.9ppm，交換性鎂含量 100.8ppm。移植試驗後之土質分析發現，各試區表土 pH 値降 0.5-0.7 單位，底土降 0.2-0.4 單位；有效磷 P_1 及 P_2 區之表底土均增加，但交換性鉀、鈣及鎂各試區之表底土均減少。旱作後作地之土壤理化性質分析列如表 2，此試驗田亦屬酸性砂質壤土，表底土之有機質平均含量 1.15%，有效磷含量 157.2 ppm，交換性鉀含量 174ppm，交換性鈣含量 656ppm，交換性鎂含量 82ppm，即第二年之試驗田比第一年試驗田肥力高，但試驗後土質分析發現，各試區表土 pH 値降 0.2-1.0 單位，底土降 0.1-0.7 單位，比前年變動大；有效磷除 $D_2N_3P_1K_1$ 及 $D_1N_3P_1K_2$ 區減少外，其他區無論於 P_1 及 P_2 處理之表底土也增加，而交換性鉀、鈣及鎂的含量，各試區亦同第一年試地一樣皆減少，由此判斷仙草需要此等肥料元素頗多，此可從 78-T-1 品系植體成分分析之數據可佐證，如磷含量每百克中含 617mg，鉀 4,415ppm，鈣 742ppm，鎂 261ppm[4]。

另就 Jayaram D.& Barker.氏[9]指出酸性土壤中鉀交換性高，鈣及鎂容易發生缺失，加上此二年試驗期間仙草生育期中常遇豪雨，似有發生沖失之虞。

第一年產量調查結果發現，每公頃平均乾株產量以 $N_1P_1K_1$ 區 N 100：$P_2O_5$40：K_2O 70（kg/ha）達 10,230kg 最高，次依序爲 $N_2P_2K_1$ 區 10,180kg 及 $N_3P_2K_2$ 區 9,886kg；每公頃平均葉產量以 $N_2P_1K_1$ 區 3,084kg 最高，次依序爲 $N_2P_1K_2$ 區 2,846kg 及 $N_2P_2K_1$ 區 2,717kg，而 $N_1P_1K_1$ 區亦達 2,618kg，但上述數據經變方分析結果並未達 5%顯著差異水準（表 3）。氮磷鉀肥間主效應與交感效應之分析，兩項產量

亦發現未達 5%顯著差異水準，由此結果可瞭解仙草種植增施氮磷鉀肥並不能增加產量。

仙草之乾草品質係著重於凝膠強度，而凝膠機制據前人研究均爲多醣體中之 Fraction C 所作用(8,10)，且此成分葉中含量大於莖，因此葉之凝膠強度大於莖(7)。本試驗亦分別將莖與葉測試，發現莖取樣爲葉之三倍量仍然無凝膠現象，因此從葉凝膠強度方面加以探討其品質，發現 $N_1P_2K_2$ 區（100：80：140kg/ha）凝膠強度最高達 118.2g/cm²，而 $N_1P_1K_1$ 區僅 29.4g/cm²（表 3），縱然如此，但經變方分析及各要素間之效應分析，與產量表現一樣均未達 5%顯著差異水準，惟從氮磷肥間之交感效應分析，發現在葉凝膠強度表現上有顯著差異存在，此似顯示施用氮肥配合適量磷肥有助提高仙草葉之凝膠強度（表 4）。另外，從各處理葉凝膠強度之實際上表現，發現多施磷鉀肥區，其葉凝膠強度有較高之趨勢。

表 1. 水上鄉水稻後作地仙草肥料試驗田之理化性質分析

Table 1. Soil property analysis of the experimental field after planting Hsian-tsao at Shui-Shang rice cropping in 1996.

Treatment	Depth (cm)	pH	O.M. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Texture
$N_0P_0K_0$	0-15	4.9	1.2	58.1	123.6	401.6	101.3	SL
	15-20	4.9	1.0	46.9	72.3	390.3	100.3	
$N_1P_1K_1$[Z]	0-15	4.3	1.2	69.2	32.2	286.0	57.2	
	15-20	4.6	1.1	58.1	24.2	301.0	75.2	
$N_1P_1K_2$	0-15	4.3	1.2	86.5	71.7	283.2	57.0	
	15-20	4.7	1.1	66.0	18.5	288.7	74.0	
$N_1P_2K_1$	0-15	4.4	1.2	69.5	22.0	255.5	62.5	
	15-20	4.9	1.1	56.1	19.5	347.2	85.7	
$N_1P_2K_2$	0-15	4.3	1.1	82.2	36.7	186.7	33.5	
	15-20	4.7	1.0	63.9	29.5	238.0	57.2	
$N_2P_1K_1$	0-15	4.2	1.3	97.3	32.2	335.5	61.7	
	15-20	4.5	1.2	63.3	19.5	356.5	77.7	
$N_2P_1K_2$	0-15	4.0	1.2	78.4	27.2	288.0	60.5	
	15-20	4.5	1.0	56.0	17.0	289.7	71.5	
$N_2P_2K_1$	0-15	4.4	1.2	68.7	22.5	296.2	55.5	
	15-20	4.7	1.0	53.0	21.2	264.0	62.7	
$N_2P_2K_2$	0-15	4.2	1.2	75.0	68.2	246.0	50.5	
	15-20	4.6	1.1	67.1	24.7	280.7	67.7	
$N_3P_1K_1$	0-15	4.2	1.1	67.9	51.7	238.5	58.0	
	15-20	4.6	1.0	59.9	32.5	318.0	81.0	
$N_3P_1K_2$	0-15	4.4	1.3	79.1	60.7	237.2	54.0	
	15-20	4.6	1.1	64.3	24.5	282.5	71.5	
$N_3P_2K_1$	0-15	4.2	1.2	80.1	27.0	220.0	44.2	
	15-20	4.7	1.0	63.7	19.7	348.5	84.7	
$N_3P_2K_2$	0-15	4.4	1.0	81.4	23.0	243.7	48.7	
	15-20	4.6	1.0	66.1	21.0	269.0	63.2	

[Z] N_1=100kg/ha, N_2=140kg/ha, N_3=180kg/ha.

P_1=$P_2O_5$40kg/ha, P_2=$P_2O_5$80kg/ha。K_1=K_2O 70kg/ha, K_2=K_2O140kg/ha.

表 2. 水上鄉旱作後作地仙草肥料試驗田之理化性質分析

Table 2. Soil property analysis of the experimental field after planting Hsian-tsao at Shui-Shang potato cropping in 1997 .

Treatment	Depth (cm)	pH	O.M. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Texture
$N_0P_0K_0$	0-15	4.9	1.2	168.0	213.3	707.8	89.0	SL
	15-20	4.7	1.1	146.5	135.0	604.1	75.2	
$D_1N_1P_1K_1$[z]	0-15	4.3	1.1	200.2	260.2	445.2	50.8	
	15-20	4.2	1.1	176.2	215.8	563.8	61.8	
$D_2N_1P_1K_1$	0-15	4.4	1.3	169.8	45.0	631.8	120.5	
	15-20	4.6	1.2	165.0	77.8	614.5	176.5	
$D_1N_1P_1K_2$	0-15	4.6	1.1	196.5	184.3	589.0	51.0	
	15-20	4.4	1.2	169.0	234.8	577.8	54.3	
$D_2N_1P_1K_2$	0-15	4.2	1.2	185.3	137.3	512.3	55.8	
	15-20	4.4	1.2	163.8	177.0	645.5	71.3	
$D_1N_1P_2K_1$	0-15	4.5	1.2	212.3	142.3	576.0	86.8	
	15-20	4.6	1.1	175.5	187.5	645.8	63.5	
$D_2N_1P_2K_1$	0-15	4.1	1.2	248.8	107.3	526.3	34.0	
	15-20	4.2	1.7	205.5	133.8	625.3	47.3	
$D_1N_1P_2K_2$	0-15	3.9	1.2	262.3	249.5	522.5	30.0	
	15-20	4.0	1.1	209.8	324.0	535.3	53.8	
$D_2N_1P_2K_2$	0-15	4.1	1.1	373.3	190.8	755.3	22.3	
	15-20	4.0	1.2	259.5	277.3	633.3	41.0	
$D_1N_2P_1K_1$	0-15	4.4	1.2	173.5	109.8	413.5	43.8	
	15-20	4.2	1.3	164.5	130.8	485.5	51.3	
$D_2N_2P_1K_1$	0-15	4.0	1.2	217.5	107.0	430.0	22.3	
	15-20	4.0	1.3	194.0	179.3	358.8	34.8	
$D_1N_2P_1K_2$	0-15	4.3	1.3	241.3	135.8	490.8	28.0	
	15-20	4.2	1.2	208.5	210.0	428.8	38.5	
$D_2N_2P_1K_2$	0-15	4.2	1.2	253.8	161.8	619.5	21.5	
	15-20	4.1	1.1	299.0	236.8	411.0	34.8	
$D_1N_2P_2K_1$	0-15	4.2	1.1	218.3	135.8	401.0	33.5	
	15-20	4.3	1.2	180.8	171.8	430.5	45.8	
$D_2N_2P_2K_1$	0-15	3.9	1.2	199.3	127.5	526.8	43.0	
	15-20	4.1	1.1	165.3	167.3	529.0	58.3	
$D_1N_2P_2K_2$	0-15	4.2	1.2	286.8	169.0	477.3	17.8	
	15-20	4.0	1.1	224.8	217.8	412.8	29.0	
$D_2N_2P_2K_2$	0-15	4.1	1.2	272.3	191.0	643.8	30.8	
	15-20	4.0	1.2	193.3	180.5	978.5	41.5	
$D_1N_3P_1K_1$	0-15	4.0	1.2	252.0	193.0	907.5	30.5	
	15-20	4.3	1.1	204.0	220.5	580.3	38.8	
$D_2N_3P_1K_1$	0-15	4.2	1.2	154.3	66.0	511.3	50.3	
	15-20	4.3	1.1	146.5	123.8	546.8	66.0	
$D_1N_3P_1K_2$	0-15	4.3	1.1	161.3	185.5	383.8	35.5	
	15-20	4.4	1.2	156.5	275.5	433.5	38.8	
$D_2N_3P_1K_2$	0-15	3.9	1.2	251.3	147.5	559.0	32.0	
	15-20	4.1	1.1	197.0	216.5	472.3	44.0	
$D_1N_3P_2K_1$	0-15	4.7	1.2	200.5	132.0	574.3	59.5	
	15-20	4.6	1.1	202.0	184.5	596.8	60.3	
$D_2N_3P_2K_1$	0-15	4.0	1.3	252.5	147.0	466.3	38.0	
	15-20	4.2	1.2	194.5	168.0	573.3	55.5	
$D_1N_3P_2K_2$	0-15	4.1	1.2	190.0	199.0	450.0	29.0	
	15-20	4.2	1.2	227.5	211.3	579.3	45.3	
$D_2N_3P_2K_2$	0-15	4.2	1.2	244.5	212.2	681.3	32.3	
	15-20	4.2	1.2	180.8	156.5	588.8	27.8	

[z] The same as Table 1.

D_1=90cm density(7,940pl./ha).

D_2=60cm density(11,900pl./ha).

表 3. 不同氮磷鉀肥料施用量對仙草主要農藝性狀之影響

Table 3. Performance of main agronomic characters and gel formation strength of Hsian-tsao in each plot in 1996.

Teratment	Cane length (cm)	Leaf wt. /whole pl. (%)	Dry Plant yield (kg/pl.)	Yield (kg/ha)		Gel formation strength (g/cm²)
				Dry leaf	Dry plant	
$N_1P_1K_1$ [Z]	110.7	29.8	1.289	2,618	10,230	29.4 (3.2)[y]
$N_1P_1K_2$	105.7	31.9	1.009	2,341	8,650	30.8 (3.3)
$N_1P_2K_1$	103.7	33.9	1.225	2,600	9,726	54.0 (3.0)
$N_1P_2K_2$	104.7	33.5	1.185	2,688	9,799	118.2 (3.1)
$N_2P_1K_1$	110.0	35.0	1.180	3,084	9,369	68.6 (3.2)
$N_2P_1K_2$	113.5	34.7	1.187	2,846	9,420	98.1 (2.9)
$N_2P_2K_1$	109.2	29.7	1.282	2,717	10,180	54.3 (3.2)
$N_2P_2K_2$	116.1	22.4	1.239	1,944	9,837	89.7 (3.0)
$N_3P_1K_1$	105.5	28.6	1.130	2,251	8,968	35.3 (3.0)
$N_3P_1K_2$	114.6	29.1	1.230	2,668	9,763	57.9 (3.0)
$N_3P_2K_1$	103.5	34.6	1.236	2,142	9,814	63.8 (3.2)
$N_3P_2K_2$	102.7	33.7	1.245	2,638	9,886	35.9 (3.0)

[Z] The same as Table 1.

[y] ( )The brix of extraction solution.

表 4. 氮、磷及鉀肥不同施用量間對仙草葉凝膠強度之效應分析

Table 4. Analysis of variance on the interaction effects of N X P X K for the gel formation strength of Hsian-tsao.

S.O.V.	DF	M.S.
N	2	200,229.2
P	1	353,633.3
K	1	18,960.7
NP	2	5,017.2*
NK	2	1,659.3
PK	1	110.4
NPK	2	3,203.6
Error	33	1,475.2

第二年試驗結果如各項性狀之平均值比較列於表 5，氮肥施用量間，其莖長之表現似隨著氮施用量增加有增長之趨勢，但葉率表現則呈相反，但不顯著，此因N_1處理仙草生長較差，植株顯現短莖葉密現象，由此而導致平均公頃乾株產量較低，葉產量反而較高狀況。葉凝膠強度比較，雖處理間無顯著差異存在，但N_3處理表現達 131.6g/cm² 最高。磷肥施用量之效應比較，六項主要農藝性狀之個別間，P_1 與 P_2 處理均無顯著差異，惟在莖長、單株產量、公頃乾株及葉產量與葉率等性狀表現，均以 P_1 施用量較佳，P_2 施用量之仙草生長顯現較差，其葉凝膠強度確反而較高 17g/cm²；鉀肥效應則磷肥相反。種植密度間效應比較，D_2處理（每公頃種植 11,900 株）雖然在平均單株重量較低，但在每公頃之乾株及乾葉產量上比 D_1 處理（7,940 株）高，有顯著的差異。

另以個別試區之表現加以比較，D_1 處理發現乾株產量及葉凝膠強度表現均較佳者為 $N_2P_2K_2$ 區，其各獲得 6,067kg 與 110.7g/cm²；而 D_2 處理表現較佳者為 $N_3P_2K_2$ 區，各獲得 7,092kg 與 142.4g/cm²，

此顯示仙草旱作後作地採用株距 90cm 種植者，每公頃三要素施用量宜採 140：80： 140kg 之組合，仙草之乾株產量可獲得較高產，葉凝膠強度亦不會太低，而採株距 60cm 種植者，較適合之三要素組合爲 180：80；140kg（表 6）。

表 5. 各項參試單因子對仙草主要農藝性狀之景響

Table 5. Analysis of variance on the main agronomic characters of Hsian-tsao in different fertilizer rates and planting densities.

S.O.V.	Cane length (cm)	Dry plant wt./pl. (g)	Leaf wt. /whole pl. (%)	Dry plant yield (kg/ha)	Dry plant yield (kg/ha)	Gel formation strength (g/cm²)
N_1	66.8a[Z]	0.576a	40.2a	5,430.7a	2,231.4a	120.7a
N_2	68.8a	0.589a	36.8a	5,711.8a	2,086.2a	118.9a
N_3	69.6a	0.552a	37.4a	5,660.7a	2,218.8a	131.6a
P_1	69.3a	0.577a	38.4a	5,660.6a	2,232.4a	115.2a
P_2	67.4a	0.568a	38.0a	5,541.5a	2,125.2a	132.4a
K_1	67.6a	0.560a	38.0a	5,486.3a	2,151.0a	132.6a
K_2	69.2a	0.585a	38.3a	5,715.8a	2,206.6a	114.9a
D_1	67.7a	0.615a	37.2a	4,883.8b	1,809.5b	125.8a
D_2	69.0a	0.530a	39.1a	6,318.3a	2,548.1a	121.7a

[Z] Means followed by the same letter within the column of each item in each source of variance are not significantly different at 5 % level by the LSD test.

表 6. 不同氮磷鉀肥料施用量及種植密度對仙草主要農藝性狀之影響

Table 6. Performance of main agronomic characters and gel formation strength of Hsian-tsao in each experimental plot in 1997.

Treatment	Cane length (cm)	Leaf wt. /whole pl. (%)	Dry plant yield (kg/pl.)	Dry leaf yield (kg/ha)	Dry lanf yield (kg/ha)	Gel formation strength (g/cm²)
$D_1N_1P_1K_1$[Z]	63.2	39.6	0.552	1,489	4,387	105.2 (3.7)[y]
$D_2N_1P_1K_1$	70.3	41.5	0.587	2,908	6,994	115.0 (3.6)
$D_1N_1P_1K_2$	68.3	37.3	0.593	1,746	4,706	162.0 (3.4)
$D_2N_1P_1K_2$	69.5	41.9	0.515	2,526	6,131	85.7 (3.7)
$D_1N_1P_2K_1$	63.0	36.5	0.622	1,805	4,943	95.4 (3.5)
$D_2N_1P_2K_1$	67.0	39.8	0.457	2,153	5,440	162.0 (3.5)
$D_1N_1P_2K_2$	63.7	37.7	0.544	1,273	4,320	116.4 (3.3)
$D_2N_1P_2K_2$	69.2	47.6	0.548	3,352	6,524	103.8 (3.7)
$D_1N_2P_1K_1$	69.2	36.2	0.618	1,783	4,908	170.6 (3.4)
$D_2N_2P_1K_1$	67.3	40.0	0.533	2,477	6,345	63.2 (3.7)
$D_1N_2P_1K_2$	74.4	40.2	0.651	2,079	5,170	127.9 (3.7)
$D_2N_2P_1K_2$	69.8	34.8	0.578	2,378	6,912	81.2 (3.6)
$D_1N_2P_2K_1$	71.8	37.4	0.607	1,808	4,824	133.5 (3.7)
$D_2N_2P_2K_1$	65.2	38.4	0.494	2,238	5,884	146.1 (3.4)
$D_1N_2P_2K_2$	68.0	33.0	0.764	1,972	6,067	110.7 (3.6)
$D_2N_2P_2K_2$	64.7	35.2	0.469	1,956	5,583	118.4 (3.5)
$D_1N_3P_1K_1$	67.1	36.3	0.603	1,692	4,786	118.6 (3.3)
$D_2N_3P_1K_1$	69.7	35.9	0.516	3,031	6,149	125.0 (3.8)
$D_1N_3P_1K_2$	67.2	38.1	0.648	1,971	5,147	90.0 (3.2)
$D_2N_3P_1K_2$	76.0	39.0	0.528	2,462	6,290	122.8 (3.9)
$D_1N_3P_2K_1$	68.4	36.5	0.592	1,713	4,703	127.3 (3.5)
$D_2N_3P_2K_1$	69.6	38.3	0.543	1,816	6,473	194.9 (3.5)
$D_1N_3P_2K_2$	68.8	38.6	0.585	1,785	4,645	117.1 (3.7)
$D_2N_3P_2K_2$	70.7	36.7	0.595	2,632	7,092	142.4 (3.5)

[z,y] The same as Table 2 and Table 3.

綜觀二年試驗結果，就種植地而言，水稻後作地的肥力比旱作後作地低，但各試區之仙草乾株產量均達 9,000kg 以上，而旱作後作地最高僅能獲得 7,000kg，此或許因年度氣候不同所影響外，長期經過浸水與否？導致土壤酸化，影響仙草根活力及土壤中有效養分之溶解性有關，此可從選擇山藥後作地栽培，而仙草植株普遍發生略似萎凋病之特徵加以佐證。不過，旱作後作地之仙草雖生長不如水稻後作地，惟其葉凝膠強度均普遍提高，亦未發生徒長現象。

由上述結果顯示，種植仙草欲獲得高產似宜選水稻後作地種植，但施肥量應小心斟酌，以避免仙草植株徒長而影響葉之凝膠強度，即採株距 90cm 種植者，爲兼顧乾株產量及葉凝膠強度表現，每公頃化肥施用量，以施用氮素 140kg、磷酐 80kg、鉀素 140kg爲宜，選旱作之後作地栽培者，以株距 60 cm 者密植，氮素應提高施用量至 180kg，以株距 90cm 種植，則氮素施用量爲 140 kg，而磷及鉀肥施用量之增減，雖對仙草的產量與葉凝膠強度互有差異，但從個別組合之效應表現，似可分別以每公頃施用 80kg 與 140kg 加以配合施用，以提高植地之 pH 值。

誌　謝

本研究承蒙行政院農業委員會之 86 科技-1.7-糧-（5-1）與 87 科技- 1.1-糧-10（4-2）計畫經費補助，謹誌謝忱。

引用文獻

1. 史宏財、許明仁。1995．仙草凝膠物質之萃取及其凝膠性質之研究。農特產品加工研討會專刊。274-281 頁。
2. 胡敏夫、林禮輝。1985。仙草品種與植期產量及主成分含量之影響。中華農業研究 34(2)：157-163。
3. 胡敏夫、林禮輝。1986。仙草不同生長期之主成分含量分析。中華農業研究 25(2)：180-185。
4. 胡敏夫、劉慧瑛、朱戩良、劉新裕。1997。仙草品系間農藝性狀 與化學組成分之比較。中華農業研究 46(1)：32-41。
5. 胡敏夫、姜金龍、龔財立、呂秀英、劉新裕。1988。仙草優良品 系區域適應性試驗。中華農業研究 47(1)：1-11。
6. 姜金龍、史宏財、龔財立。1991。植苗數與氮肥施用量對仙草產 量與品質之影響。桃園區農業改良場研究報告。8:1-8。
7. 楊祖馨、王西華、余幸福、鄭水淋、劉明堂、葉雲旗、鄭幸梧。1951。關於仙草化合物之研究。台大農化 3:1-4。
8. 楊啓春、陳理宏、呂政義。1982。仙草凍凝膠機構之研究以不同乙醇濃度沉澱仙草多醇膠質之凝性及醣成分之組成。食品科學 9:19-26。
9. Jayaram D. and V. Allen Barker.1994. Potassium Fraction with Other Nutrients in Crops: A Review Focusing on The Tropics Journal of Plant Nutrition,17(11).1859-1886.
10. Lii.C.Y. and L.H.Chen.1988.The factors in the gal-forming properties of Hsian-sao (Mesona procumbens Hemsl.). I. Extraction conditions and different starches. Proc. Natl.Counc.Roc.1:436-442。

Effects of Different Application Rates of N-P-K Fertilizers and Planting Densities on The Yield and Quality of Hsian-Tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.)[1]

Min-Fu Hu[2], Ai-Hwa Chang[3], Chun-Tang Lu[2] and Sin-Yie Liu[2]

Summary

The purpose of this experiment was to study the effects of different application rates of N-P-K fertilizers and planting densities on the dry plant yield, leaf yield and leaf gel formation strength of Hsian-tsao after rice and potato cropping in 1996 and 1997. A new strain of 78-T-1 was used in a RCBD design with four replications.N-P-K fertilizers were applied in plot with different rates of 100,140 and 180kg/ha of N, 40 and 80kg/ha of P_2O_5, 70 and 140kg of K_2O. Planting density of D_1 (7,490 plants/ha) was adopted in the first year, and D_2 (11,900 plants/ha) was added in the second year using a spilt-plot design at Shui-Shang in Chia-I county. The results of the first year showed that the plot of $N_1P_1K_1$ (100:40:70kg/ha) had the best performance on dry plant yield of 10,230 kg /ha, following by the plot of $N_2P_1K_2$ (10,180kg) and $N_3P_2K_2$ (9,886kg) ,but in the plots of $N_2P_1K_1$ (3,084kg/ha), $N_2P_1K_2$ (2,846kg/ha), and $N_2P_2K_1$ (2,717kg/ha) were found having higher dry leaf yields. These were not significantly different among plots as well as individual effect of each fertilizer rate on the dry plant yield and dry leaf yield in analysis of variance. Although the $N_1P_2K_2$ plot do not have higher dry plant yield, but it obtained better gel formation strength in leaf with 118.2 g/cm^2 than the other plots after rice cropping. Results from planting after potato cropping found that Hsian-tsao plants were more vigorous with better gel formation strength in the N_3 (180kg) plot than in the N_2 (140kg) and N_1 (100kg) plots with inconsistent effects of P and K. In comparison of the effect of the planting densities, D_2 treatment obtained more dry plant yield and dry leaf yield per hectare than D_1 treatment which had higher whole plant yield per plant. The best combination of N , P_2O_5 and K_2O rates was found in $D_1N_2P_2K_2$ and $D_2N_3P_2K_2$ plots of having the highest dry plant yield per hectare and the best gel formation strength in leaf.

Key words: Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.), Fertilizer, Gel formation strength.

---

1. Contribution No. 1951 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). This research was granted by the Council of Agriculture. Executive Yuan. (Project number:86-AST-1.7-FAD- (5-1) and 87-AST-1.1-FAD-10 (4-2)).
2. Respectively,Assistant Agronomist, Researcher Assistant, Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Soil Scientist, Department of Agricultural Chemistry, TARI.